

学校编码: 10384

分类号_____ 密级 _____

学号: X2010230195

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

电厂电能信息采集与管理系统的
设计与实现

The Design and Implementation of the Power Plants
Electrical Energy Acquisition and Management System

颜 增 强

指导教师姓名: 王 鸿 吉 副 教 授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2012 年 4 月

论文答辩日期: 2012 年 6 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2012 年 6 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为()课题(组)的研究成果，获得()课题(组)经费或实验室的资助，在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。)

声明人(签名):

2012 年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ☒ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

2012 年 月 日

摘 要

发电厂电能信息的采集与管理对电能的生产、变换、输送等各个环节都密切相关。电厂建成投产后，对电厂内各点生产和使用的电量信息进行采集管理对发电企业是至关重要的。合理、有序的信息采集管理可以让发电企业非常详细及时地了解到电厂内各点生产和使用电量的信息资料，使管理部门及时了解发电、变电设备的运行状况，更好地管理设备的运行检修工作。相关运行维护人员能够根据信息采集管理准确全面地了解电厂的各点电量计量的布置状况，掌握电厂计量点分布信息。信息采集与管理可以满足各部门对电厂各计量点运行信息的查询和分析要求。发电企业可以根据电能信息理顺发变电设备运行管理，提高电厂内发变电系统的管理水平。

发电厂电能信息采集与管理系统，主要是用来实现对电厂内各关口计量点（发电机、主变压器、厂用变压器、出线等）各种电能量相关参数及数据的自动采集，并通过对采集的原始数据进行统计、分析，根据电厂区域内网损、线损以及各关口计量点的运行状况的监控和主动上报的实时事项，找出发电厂中的主要电能损耗点，将统计分析后的数据最终呈现给电厂的运行人员，实现对电厂内各计量点的电能量的监控，为发电企业对设备运行的管理、分析提供可靠的基础条件，同时为企业的商业化运营提供决策支持。发电厂电能信息的采集与管理系统既可用于单位处理电能数据，与各级调度部门的信息交换；又能用于处理单位各计量点采集的电能数据、汇总电能信息，进行电能信息的采集、汇总、整理、分析，实现发电厂电能信息的统一管理。

该系统可用于实现发电厂对电能的生产、变换、输送等各个环节电能量的自动采集、统计、分析功能；同时也要实现对电厂内各个关口计量点电能数据的动态监测。该系统可以有机的与其他网络系统结合，将企业的管理工作数据化、自动化。

本文针对以上需求，设计并实现了一个发电厂将电能从生产、变换、输送等各个环节的数据信息进行计量、采集、汇总、整理、分析、报表生成，信息查询等功能的全流程发电厂电能信息采集与管理系统。该系统整体设计基于业界通用的 B/S 体系结构，采用 JAVA，EJB，JSP，XML，JDBC，QT 及中间技术，具有实

用性、先进性和经济性。系统已应用于青海龙羊峡水电站生产现场，投运后，系统运行稳定，达到了对电厂内各计量点电能量进行计量、采集、管理的预期目标。

关键词：电厂；电能信息；采集与管理系统

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

In all aspects of information collection and management of power plant electrical energy to electrical energy production, transformation, transmission and other closely related. Power plant put into operation on the various points within the power plant electricity production and use of information collection and management is critical to power generation companies. Rational, ordered information collection, power generation companies learned very detailed and timely information of the power plant within the production and use of electricity, to enable management to keep abreast of the status of the operation of power generation, substation equipment, better management of equipment the operation of maintenance work. Related operation and maintenance personnel according to the information collection, accurate and comprehensive understanding of the plant points the layout of the gauge, grasp the power plant measurement point to the distribution of information. Information collection and management to meet the various departments of each measurement point of the power plant operation information query and analysis requirements. Power generation companies can rationalize and transformation equipment operation and management of energy information to improve the management level of the power plant generation and transformation system.

Power plant energy information collection and management system, is used to the metering point in the power plant (generator, main transformer, auxiliary transformer, outlet, etc.) all kinds of electric energy parameters and automatic data collection, and through the raw data collected for statistical analysis, the loss in the power plant area, the line losses as well as the metering point health monitoring and real-time active reported matters to identify the power plants in the power loss point, the statistics analysis of data will ultimately be presented to the plant operating personnel to achieve each measurement point in the power plant's electrical energy monitoring and analysis provide a reliable basis for the management of power generation companies on equipment operation, as well as the commercial operation of the enterprise provide decision support. Power plant energy information collection and management system can be used for handling the energy data, information exchange

and scheduling departments at all levels; but also for handling the energy data collected by the units of each measurement point, aggregate energy information, energy information collection, collection, collation, analysis, power plant energy information management.

The system can be used to implement the power plant for electricity production, transformation, transmission and all aspects of the automatic acquisition of electric energy, statistics, analysis capabilities; but also to achieve the dynamic monitoring of power plants within metering point energy data. The system can be organic combination with other network systems management data, automation.

In this dissertation, the above requirements, design and realize a power plant electrical energy from the data information of all aspects of production, transformation, transmission, measuring, collecting, collection, collation, analysis, report generation, information inquiry function of the whole process of power plant electricity information collection and management system. The overall design of the system based on proven B / S architecture, JAVA, EJB, JSP, XML, JDBC, and QT interval and middleware technology, practical, advanced and economy. The system has been used in the production site of the Qinghai Longyangxia Hydropower Station, put into operation after the system is stable to reach the target of the electric energy measured at each measurement point in the power plant, acquisition, management.

Keywords : Power Plants; Electrical Energy Information; Acquisition and Management System

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 课题研究背景及意义	1
1.2 国内外研究现状分析	2
1.3 主要研究内容及特色	3
1.4 论文的组织结构	4
第二章 系统相关技术介绍	6
2.1 B/S 架构简介	6
2.1.1 B/S 工作模式	6
2.1.2 B/S 模式的优点和缺点	6
2.1.3 B/S 架构软件的优势与劣势	7
2.2 DL/T645-2007 与 IEC-60870-5-102 通信协议	8
2.2.1 DL/T645-2007 通讯协议	8
2.2.2 IEC-60870-5-102 通信协议	10
2.3 其他相关技术介绍	15
2.4 Oracle 10g 数据库管理系统	17
2.4.1 主要特点	18
2.4.2 权限分类	18
2.4.3 与 SQL Server 2005 数据库的比较	19
2.4.4 采用 Oracle 10g 的原因分析	19
2.5 本章小结	20
第三章 系统需求分析	21
3.1 系统总体目标与总体要求	21
3.1.1 系统总体目标	21
3.1.2 系统总体要求	22
3.2 系统功能性需求	22
3.2.1 功能规定	22
3.2.2 功能需求	23

3.2.3 功能分析	24
3.2.4 系统的功能用例	25
3.2.5 系统的组织结构图和功能结构图	29
3.3 系统非功能性需求.....	31
3.4 数据需求.....	32
3.4.1 数据基本信息	32
3.4.2 系统业务处理要求	33
3.4.3 系统数据特点	33
3.5 本章小结.....	34
第四章 系统总体设计	35
4.1 设计原则.....	35
4.2 系统拓扑结构.....	35
4.3 系统软件架构.....	36
4.4 本章小结.....	37
第五章 系统数据库设计	38
5.1 系统概念设计.....	38
5.2 系统逻辑设计.....	40
5.3 系统物理设计.....	42
5.4 本章小结.....	43
第六章 系统详细设计与实现	44
6.1 系统环境与部署.....	44
6.1.1 系统开发环境与运行环境	44
6.1.2 系统部署	44
6.2 电能数据采集系统设计.....	45
6.2.1 数据采集	46
6.2.2 数据存储	47
6.2.3 数据处理	47
6.2.4 与主站通讯	47
6.2.5 本地功能	47
6.3 采集通信子系统设计.....	48

6.3.1 系统概要	48
6.3.2 适用范围	48
6.3.3 功能和特点	48
6.3.4 程序的配置	49
6.3.5 用户权限配置	49
6.3.6 系统参数的配置	51
6.3.7 数据的采集	56
6.4 数据处理分析子系统.....	61
6.4.1 功能说明	61
6.4.2 功能分类	62
6.5 应用管理子系统.....	63
6.5.1 模块分类	63
6.5.2 模块使用	64
6.6 报表管理子系统.....	81
6.7 图形曲线子系统.....	83
6.8 本章小结.....	86
第七章 总结与展望	87
7.1 总结.....	87
7.2 展望.....	87
参考文献.....	88
致 谢.....	90

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Background and Significance of the Research	1
1.2 Research situation analysis.....	2
1.3 Main contents and characteristics	3
1.4 Structure of the Dissertation	4
Chapter 2 System-related technical presentations	6
2.1 B / S Architecture Overview.....	6
2.1.1 B/S mode of operation	6
2.1.2 Advantages and disadvantages of the B/S mode	6
2.1.3 The strengths and weaknesses of the B/S structure software	7
2.2 DL/T645-2007 with IEC-60870-5-102 communication protocol.....	8
2.2.1 DL/T645-2007 communication protocol.....	8
2.2.2 IEC-60870-5-102 communication protocol.....	10
2.3 Other Technology	15
2.4 Oracle 10g database management system.....	17
2.4.1 The main features	18
2.4.2 Permissions classification.....	18
2.4.3 Compared with other database	19
2.4.4 Oracle 10g Cause Analysis	19
2.5 Summary	20
Chapter 3 System Requirements Analysis	21
3.1 Overall system objectives and general requirements.....	21
3.1.1 Overall system goals.....	21
3.1.2 Overall system requirements	22
3.2 System functional requirements	22
3.2.1 Functional requirements	22
3.2.2 Functional needs	23
3.2.3 Functional Analysis	24
3.2.4 Function of the system use cases	25
3.2.5 System's organization chart and function chart	29

3.3 System non-functional requirements.....	31
3.4 Data needs	32
3.4.1 Data basic information.....	32
3.4.2 System business processes.....	33
3.4.3 Characteristics of the system data	33
3.5 Summary	34
Chapter 4 System Design	35
4.1 Design Principles	35
4.2 System topology	35
4.3 System software architecture	36
4.4 Summary	37
Chapter 5 Database Design.....	38
5.1 Conceptual design	38
5.2 System logic design.....	40
5.3 System physical design.....	42
5.4 Summary	43
Chapter 6 System detailed design and implementation.....	44
6.1 System environment with the deployment.....	44
6.1.1 System development environment and runtime environment	44
6.1.2 System deployment.....	44
6.2 Energy data acquisition system design.....	45
6.2.1 Data acquisition	46
6.2.2 Data storage	47
6.2.3 Data processing.....	47
6.2.4 Communication with the master.....	47
6.2.5 Local function.....	47
6.3 Acquisition of communication subsystem design	48
6.3.1 System Overview.....	48
6.3.2 Scope of application	48
6.3.3 Functions and features	48
6.3.4 Configuration of the program	49
6.3.5 User permissions configuration	49
6.3.6 The configuration of the system parameters.....	51

6.3.7 Data collection	56
6.4 Data processing and analysis subsystem	61
6.4.1 Functional Description	61
6.4.2 Functional classification	62
6.5 Application management subsystem	63
6.5.1 Module classification.....	63
6.5.2 Module uses	64
6.6 Report Manager subsystem.....	81
6.7 Graphical curve subsystem	83
6.8 Summary	86
Chapter 7 Conclusions and Future Work	87
7.1 Conclusions	87
7.2 Future Work	87
References	88
Acknowledgements	90

第一章 绪论

1.1 课题研究背景及意义

随着电力法的实施和电力工业的体制改革,电网的运营和管理正逐步走向商业化^[1]。为了实现公平、公正、公开的电力交易原则,用技术手段统计分析电量、负荷从而保证整个企业电网安全运行是必然发展趋势。目前国内的电能量计量系统经过近 20 年的发展,已进入稳定成长阶段,网省级电网及主要城市的供电网均已配备电能量计量系统。

传统的电量计量方式是按月人工抄表,存在中间环节多,工作量大,实时性差,计算差错率高等弊端。由少抄、漏抄和错抄造成的“线损”直接影响了电力部门的经济效益,造成了国家电力资源的大量流失。为了提高供电部门的生产效率和效益,提高供电部门的自动化管理水平,实现电表电量数据的采集和管理全过程计算机网络管理系统。同时还应满足用电检查、电费催交及电压合格率等工作的计算机管理的需要。以达到提高抄表工作的工作效率,减少差错,规范工作,加强对用户的管理。现电力部门大力开发抄表系统软件,使用户用电管理达到系统化、规范化、自动化、统一化。

电能量数据采集与管理系统是集计算机、数字通信等多项高技术于一体的抄表系统,具有抄收速度快,计算精度高,抄表同时性好,可直接与计费计算机联网等突出优点。电能量数据采集与管理系统的实施应用可以缓解抄表人员的劳动强度,降低抄表误差和便于计算线损,是提高电力营业管理自动化水平的重要技术手段。通过现场手工抄表或远方自动抄表等方式,将电能计量点的电能表读数送到电能计量结算部门进行统计处理,形成对各有关单位的电能购销统计数据,通过相应的处理,计算出各个用电单位的购销电能量费用,完成电费的结算,是电量采集的最终目的。因此,为适应商业化运营的需要,建设一个能自动完成电量考核及结算功能的电量采集与管理系统是十分必要的。

实现电厂电能信息采集与管理系统有以下几点重要意义^[2]:

(1) 实现电量数据远程采集与监控

发电厂电能量信息采集与管理系统的建设和实施可以在一定程度上解决抄

表工作中存在的一些问题,实现电量数据远程采集与监控。一是降低了抄表过程中高空坠落、人身触电的安全风险,为电厂开展安全文化建设创造了条件,为实现安全生产目标奠定了基础。二是实现电量数据远程采集,有效的降低了人工成本,节约的人力资源可加强对设备的检查、维护工作。三是该系统能与营销收费系统对接,实现了电量数据共享,减少数据录入的工作量,且正确性、可靠较高。四是实时监控负荷、电量,能准确掌握各线路、台变、厂内用电情况,为电厂管理提供依据。五是能根据历史电量数据进行比对,为用电检查工作提供依据,有针对性的开展用电检查工作,有效避免了工作的盲目性。

(2) 提高基础管理水平

电能量采集与管理系统能存储线路、台区历史运行数据,包括负荷、功率、功率因数、电流、电压等数据及曲线,给运行、维护工作提供有力的数据支撑,且有助于提升电厂的基础管理工作。

(3) 强化电压质量和供电可靠性管理

电能量采集与管理系统能利用终端记录电压和停电数据,每月能掌握线路、台区运行情况,不仅便于电压质量和供电可靠性管理工作,且能更好的统计分析客户用电情况,为制定电压质量和供电可靠性措施计划提供依据,确保为客户提供优质、可靠的电能,提高发电企业服务质量。

(4) 系统在线损管理中的重要性

电能量采集与管理系统可为网损、线损、变损分析提供有效依据,有助于提高线损的自动化水平,此外,系统的建立还有助于提高电能计量设备在线管理水平,及时发现处理异常及故障,减少电量流失,有效保证发电企业的经济利益。

(5) 有效解决抄表问题

抄表是线损管理的基础,也是一个非常重要的环节,抄表的正确与否,直接关系到下一步的线损统计分析工作。远程采集器统一抄表一方面为发电企业的线损考核提供较高的透明度和真实性。另一方面可以有效的解决人工抄表中存在的错抄、漏抄,抄表时间不同步的问题。

1.2 国内外研究现状分析

随着计算机领域计算机硬件技术、通信技术、数据库技术、Internet 技术的

发展，有采用如下新技术的趋势^[3]：

(1) 中间件技术

所谓中间件，就是位于操作系统和应用软件之间的一个软件层，它向各种应用软件提供服务，使不同的应用进程能在屏蔽平台差异的情况下，通过网络相互通信。中间件技术能使系统配置灵活，专注于业务逻辑处理，也为跨平台运行奠定基础。

(2) 可视化技术

随着计算机技术的发展，可视化技术的应用，可以将传统的用数字、表格等方式表达的离线信息，转换为通过先进的图形技术、显示技术表达的图形信息，直观易懂，也更人性化。

(3) 与 SCADA/DMS/EMS 一体化

由于电能量采集系统和 SCADA 采用了一些相同的技术，在技术层面上有很多的共性，易于实现一体化。一体化后管理也将有诸多的方便，可以减少维护的工作量和复杂度，减少维护人员。

(4) Internet 信息服务技术

基于 TCP/IP 技术的 B/S 浏览，使得查看系统信息便利化，是当今技术的发展潮流。

目前由于很多发电厂内只有出线关口计量点的电能信息通过一台采集装置将数据传送至电厂内电力数据网络，然后转送至网省调。电厂内未配置电能量计量小主站，厂房内其他关口计量点（发电机出口、主变压器、厂高变等）的电能量数据的统计仍采用人工抄表方式进行。因此，急需开发出一套电能信息采集与管理系统，对电厂上网关口点和电厂内部生产用电量进行分时段存储、采集和处理，为电厂发电量和厂用电量的统计、汇总和分析提供基本数据，为电厂的经济运行、设备的维护管理提供重要的数据依据。

1.3 主要研究内容及特色

本文针对目前国内外对电厂电能量信息采集与管理系统的研究与应用现状以及存在的问题进行了深入分析，介绍了基于 B/S 体系架构、符合电力行业通信协议要求、采用 Oracle 10g 数据库管理系统的电厂电能信息采集与管理系统。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库